

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 10 935.8

**Anmeldetag:** 13. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** Roche Diagnostics GmbH, Mannheim/DE

**Bezeichnung:** Transporteinrichtung zur Beförderung von Test-  
elementen in einem Analysesystem

**IPC:** G 01 N 35/04

Best Available Copy

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Kahle

5   Transporteinrichtung zur Beförderung von Testelementen in einem Analysesystem

Die vorliegende Erfindung fällt in das Gebiet der Analyse von Probenflüssigkeiten, die mittels Testelement durchgeführt werden.

- 10   Häufig sind solche Testelement analytspezifische, disposable Testelemente, die ein Reagenz enthalten, mit dessen Hilfe ein Analyt bestimmt werden kann. Bei derartigen Testelementen wechselwirkt das Reagenz des Testelementes mit einem zu bestimmenden Analyten, sodass eine messbare, analytspezifische Veränderung des Reagenzes induziert wird. Zur Vermessung und Auswertung des Reagenzfeldes werden häufig insbesondere
- 15   bei analytabhängige Farbänderung des Testelementes, optischen Systeme eingesetzt, die eine Analyse einer Probe ermöglichen. Bei den heutigen Analysemethoden stellt die photometrische Auswertung von analytischen Testelementen eines der gebräuchlichsten Verfahren zur schnellen Bestimmung der Konzentration von Analyten in Proben dar. Allgemein werden photometrische Auswertungen im Bereich der Analytik, der Umwelt-
- 20   analytik und vor allem im Bereich der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Insbesondere im Bereich der Blutglukose-Bestimmung aus Kapillarblut besitzen Testelemente, die photometrisch oder reflexionsphotometrisch ausgewertet werden, einen großen Stellenwert. Beispielsweise werden derartige Geräte zur Überwachung des Blutzuckerspiegels von Diabetikern verwendet, so dass basierend auf den Blutglucosewert der ent-
- 25   nommenen Probe das Essverhalten oder eine Insulininjektion reguliert werden kann. Weitere Beispiele für die Verwendung optischer Systeme sind Urinteststreifen sowie Testelemente für andere Parameter wie Laktat, Kreatinin, Protein, Harnsäure und Leukozyten. Darüber hinaus werden auch reagenzfreie Testelement verwendet, bei denen ein zu bestimmender Analyt ebenfalls mit Hilfe optischer Systeme oder z. B. elektro-
- 30   chemisch vermessen werden kann.

Neben einem Gebrauch von Analysegeräten in Krankenhäusern durch geschultes medizinisches Personal werden derartige Analysesysteme des weiteren für den Home-Monitoring-Bereich konzipiert, damit eine möglichst regelmäßige Kontrolle eines zu bestimmenden Analyten durch den Patienten selbst durchgeführt werden kann. Gebräuchliche

5 Home-Monitoring-Analysesysteme finden insbesondere im Bereich der Blutglukosebestimmung ihren Einsatz. Dabei erfolgt eine Bedienung des Gerätes durch den Patienten selbst. Zur Analyse des Blutes wird ein Testelement, auf den ein Analysebereich angeordnet ist, z. B. mit dem Blut des Patienten in Kontakt gebracht und anschließend vom Benutzer in das Gerätes eingeführt. In Abhängigkeit von der Analytkonzentration wird z. B. eine optische Veränderung im Analysebereich des Testelementes induziert. 10 Durch eine geeignete Messoptik wird die optische Veränderung mittels des vom Testelement reflektierten oder transmittierten Lichts detektiert, so dass die Konzentration des Blutzuckers ermittelt werden kann. Ein solches System ist beispielsweise in dem Dokument EP 0618443 beschrieben. Des Weiteren sind derartige Geräte im Handel, 15 zum Beispiel unter der Bezeichnung Accutrend®, AccuChek®, Glucotrend® und Glucometer® von der Firma Roche Diagnostics GmbH erhältlich. Der Aufbau der zur Verwendung vorgesehenen Testelemente ist beispielsweise in dem Dokument US 6,036,919 dargestellt.

Ein allgemeiner Trend bei der Durchführung analytischer Tests ist es, die zur Analyse 20 benötigte Probenmenge zu reduzieren. Dies liegt häufig darin begründet, dass nur geringe Probenmengen zur Verfügung stehen. Beispielsweise wird im Bereich der Blutzuckerbestimmungen vom Diabetiker ein Blutstropfen aus der Fingerbeere entnommen. Eine Verringerung der benötigten Blutmenge kann hierbei dazu beitragen, dass die Blutprobengewinnung für die zu untersuchende Person weniger schmerzhaft erfolgt. 25 Dies liegt vor allem darin begründet, dass der Stich zur Blutgewinnung bei kleinem Probenvolumenbedarf weniger tief gewählt werden kann. Verbunden mit der reduzierten Probenmenge ist eine Verkleinerung der Testelement und insbesondere der Nachweiszone, in der beispielsweise die Reaktionen der Probe mit einem Reagenz abläuft. Hierbei hat sich jedoch gezeigt, dass gerade bei geringen Probenmengen Änderungen von apparativen Messbedingungen in Analysesystemen eine große Rolle spielen und erhebliche 30 Fehler bei der Konzentrationsbestimmung eines Analyten verursachen. Gründe für apparative Veränderungen der Messbedingungen sind zum Beispiel eine fehlerhafte Positionierung der Testelement im Analysesystem, so dass z. B. eine Vermessung des

Auswertungsbereiches eines Testelements nicht vollständig erfolgen kann. Eine zwingende Voraussetzung für eine genaue Messung ist folglich eine exakte Positionierung des Testelements im Analysesystem. Dies muss zum einen im Home-Monitoring-Bereich sichergestellt werden, in dem häufig alte und/oder ungeübten Personen das Gerät bedienen, zum anderen erfolgt eine Anwendung von Analysesystemen mit Testelementen ebenfalls in großtechnischen Labors, in denen häufig ein automatisiertes Handling von Proben gewährleistet sein muss.

Bei modernen Analysegeräten ist man deshalb dazu übergegangen, Testelement über Positionierelemente im Analysesystem genau zu fixieren. Hierbei muss der Testelement entweder manuell oder automatisch in das Analysesystem eingelegt, geführt und wieder entnommen werden. Um das Handling für den Benutzer zu vereinfachen, werden immer mehr Geräte mit einem automatischen Antrieb für die Testelement bereitgestellt, insbesondere bei Geräten, die einen Vorrat von Testelementen beinhalten und diesen handhaben müssen. Hieraus ergeben sich Anforderungen an automatische Antriebseinheiten, die zum einen Testelemente zu einem Ort im Analysesystem transportieren und in einer definierten Position halten müssen und zum anderen eine Handhabung mehrerer Testelement in einem Magazin ermöglichen sollen. Darüber hinaus ist in der Regel, neben dem direkten Transport des Testelements, weiterhin oder ausschließlich ein Weitertakten des Magazins erforderlich. Diese Anforderungen stellen sich sowohl bei teil- als auch bei vollautomatischen Systemen und sind an das jeweilige Anwendungsgebiet angepasst.

Die Integration automatischer Antriebe im Messgerät zeigt sich besonders bei einigen Anwendungsgebieten als vorteilhaft, die aufgrund bestimmter Messverfahren eines komplexen Teststreifentransport erfordern. Beispielhaft werden solche Messverfahren zur Fehlerberechnung einer Analytkonzentration eingesetzt, die unter anderem sogenannte Leerwerte eines Testelements bestimmen. Das Dokument DE 10163775.6 stellt ein solches Verfahren dar. Aufgrund der Leerwertbestimmung wird der Testelement zunächst ohne Probe in eine Messposition befördert, in der der Leerwert des Testelements vermessen wird. Anschließend erfolgt die Ausgabe des Testelements, so dass der Benutzer eine Probe auf den Testelement aufgeben kann. Das Testelement wird erneut an dem Messort positioniert und eine Analytkonzentration der Probe wird vermessen.

Im Stand der Technik werden Analysesysteme beschrieben, die für den Transport von Testelementen mehrere Mechaniken verwenden, die das Testelement an eine für die

Messung oder für andere Prozessschritte vorgesehene Position befördern. Die Positionierung der eigentlichen Detektionsfläche zur Messtechnik oder zu anderen Prozessfaktoren wird durch eine hohe Genauigkeit der Antriebskomponenten sowie durch eine geringe Herstellungstoleranz der Testelement sichergestellt. In herkömmlichen Techniken sind derartige Antriebe sehr aufwendig und teuer und werden beispielsweise durch Servomotoren oder Spielarmgetriebe verwirklicht. Ein weiterer wesentlicher Nachteil der bestehenden Analysysteme ist, dass die Herstellung der in großen Massen angefertigten Testelement hohen Genauigkeitsansprüchen genügen muss, damit die Mechanik in der Lage ist, einen Transport und eine Positionierung relativ zur Messtechnik zuverlässig umzusetzen. Die eingesetzte Mechanik ist zumeist sehr komplex.

Das Dokument EP 1022565 offenbart eine Gerätemechanik, die in einem Analysegerät zum Transport und Weitertakten eines Teststreifenmagazins eingesetzt wird. Hierbei wird eine Magazinkammer in Position gedreht, sodass ein Stößel in die Streifenvorratspackung eindringen kann und einen Teststreifen aus der Vorratspackung herauschiebt, bis das Testfeld des Streifens oberhalb der Vermessungsoptik positioniert ist. Anschließend erfolgt ein Weitertakten des Magazins. Der Antrieb des Teststreifens sowie des Magazins wird jeweils mittels eines Elektromotors umgesetzt. Die Optik ihrerseits ist in einer Klappe des Gerätes untergebracht und muss hier auf wenige 1/10 mm genau positioniert sein. Dies erfordert viele Bauteile und Fugestellen mit kleinen Toleranzen. Des weiteren werden hohe Anforderungen an die Herstellungstoleranz der Teststreifen gestellt. Arbeitsgeräusche sowie Arbeitsgeschwindigkeit des Antriebssystems erweisen sich als laut und mäßig. Darüber hinaus sind die Antriebssysteme so groß, dass eine kompakte Bauweise des Analysesystems, wie es insbesondere im Home-Monitoring-Bereich gewünscht wird, nur schwer verwirklicht werden kann.

Um die Funktionsfähigkeit der Systeme sicher zu stellen, benötigen die Antriebseinheiten weiterhin Schmiermittel, die zur Verschmutzung des Innenbereichs des Gerätegehäuses führen und sich z. B. durch Ausfaserungsprozesse auf die Testelemente niederschlagen können. Insbesondere bei den im Handel erhältlichen Analysystemen werden jedoch häufig hohe Anforderungen an die Lagerung von Testelementen gestellt, die eine konstante und insbesondere trockene Umgebung voraussetzen. Bei Testelementen, die empfindlich auf Feuchtigkeit und Schmutz reagieren, führen Verschmutzungen folglich zu Beeinträchtigungen der Messergebnisse.

Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik ist, dass mittels einer Transporteinheit nur eine Bewegung entlang einer Bewegungsrichtung ermöglicht wird. Häufig zeigt sich jedoch gerade bei der Verwendung von Testelementmagazinen, dass u. a. eine Rekassettierung der Testelemente wünschenswert ist. Durch eine Rekassettierung gebrauchter Testelemente kann das Handling des Analysesystems benutzerfreundlich vereinfacht werden. Dies setzt jedoch voraus, dass ein Transport der Testelemente in unterschiedliche Bewegungsrichtungen geleistet wird. Im Stand der Technik würden jedoch ein Transport in unterschiedliche Bewegungsrichtungen eine aufwendige zusätzliche Transporteinheit erfordern. Eine flexibel ausgestaltetes Antriebssystem ist folglich nur mit einem erheblich größeren Aufwand zu gewährleisten.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein System sowie ein Verfahren zum Transport von Testelementen in Analysesystemen bereit zu stellen, das die genannten Nachteile vermeidet. Das Verfahren sowie das System sollen vorteilhafterweise sowohl eine genaue Positionierung des Testelements relativ zur Messtechnik zuverlässig gewährleisten können, als auch ein Magazinhandling ermöglichen. Hierbei soll ein flexibel zu handhabendes Antriebssystem gewährleistet werden, ohne dass hierdurch ein erheblicher Mehraufwand bedingt wird. Das System soll vorzugsweise möglichst klein und kompakt sein, so dass ein Einsatz auch in Analysesystemen, die für den Home-Monitoring-Bereich möglichst platzsparend konzipiert sind, zweckdienlich ist. Verschmutzungen des Analysesystems durch eine Transporteinheit sollen dabei vermieden werden. Vorzugsweise ist das System energiesparend, so dass sich auch eine Integration in batteriebetriebenen Analysesystemen als besonders vorteilhaft erweist.

Die Erfindung wird durch die unabhängigen Ansprüche beschrieben. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Gegenstand der Erfindung ist der Einsatz piezoelektrischer Antriebe zur direkten oder indirekten Bewegung von Testelementen innerhalb eines Diagnosegerätes, wie z. B. zur Positionierung eines Testelementes relativ zu einer Detektionseinheit, zur Entnahme und Rückgabe von Testelementen in einem Magazin sowie zur Weitertaktung eines Magazins, um nur einige Anwendungen zu nennen. Die Integration eines piezoelektrischen Motors ermöglicht somit ein flexible und komfortable automatische Handhabung von Testelementen in einem Analysesystem, wobei motorbedingte Geräusche, Verschmutzungen etc. weitestgehend minimiert werden.

Die Erfindung beinhaltet ein Analysesystem zur Bestimmung eines Analyten in einer Probe. Das Analysesystem dient zur Analyse eines Testelementes, das vorzugsweise einen Träger und einen Auswertebereich aufweist, auf dem eine Probe aufgebracht wird. Das Testelement wird in dem Analysesystem so positioniert, das mittels einer Detektions-

5 einheit des Systems mindestens ein Signal detektiert wird, das in Abhängigkeit der auf dem Testelement aufgetragenen Probe verändert wurde. Mit Hilfe einer Auswertungseinheit des Analysesystems wird ein Analyt in der Probe auf Basis dieses Signals

bestimmt. Das Analysesystem beinhaltet weiterhin eine Transporteinheit mit einer Kontaktfläche zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Analysesystems mit

10 einem Testelement. Hierbei ist eine direkte Kontaktierung beispielsweise dann gegeben, wenn der Träger des Testelementes direkt auf der Kontaktfläche der Transporteinheit aufliegt. Erfolgt hingegen eine indirekte Kontaktierung des Testelementes, kontaktiert die Kontaktfläche der Transporteinheit zunächst ein zu beförderndes Gerätebauteil, das in der Funktion eines Transportschlittens für das Testelement eingesetzt wird. Ein derar-

15 tiger Transportschlitten kann z. B. eine Auflagefläche für das Testelement im Analysesystem sein. Des Weiteren kann z. B. eine indirekte Kontaktierung des Testelementes in Form eines Magazingehäuses verwirklicht werden, das wiederum selbst direkt mit der Kontaktfläche oder indirekt über einen Transportschlitten mit der Kontaktfläche in Verbindung steht. Hierbei findet durch ein Weitertakten des Magazins ein Testelement-

20 transport statt. Zum Befördern des Testelementes verfügt die Transporteinheit über mindestens ein piezoelektrisches Element, das die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt. Wird die Kontaktfläche der Transporteinheit durch das min-

destens ein piezoelektrisches Element in Schwingung versetzt, wird das Testelement entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem transportiert, sobald die

25 Kontaktfläche der Transporteinheit mit dem Testelement direkt oder indirekt kontaktiert wird. Wird der direkte oder indirekte Kontakt zwischen Kontaktfläche und Testelement unterbrochen, oder wird die Schwingung der Kontaktfläche gestoppt, wird der Transport des Testelementes angehalten, wobei das Testelement vorteilhafterweise an einer Stelle im Analysesystem ortsfest positioniert wird.

30 Erfindungsgemäß wird im System als Antrieb der Transporteinheit ein piezoelektrisches Element verwendet, wobei die Kontaktfläche der Transporteinheit in der Weise in Schwingung versetzt wird, dass die Kontaktfläche eine Resonanzschwingung ausführt. Aufgrund der Resonanzschwingung – wie im Folgenden noch näher erläutert – folgen Punkte auf der Oberfläche der Kontaktfläche einer elliptischen Bewegungen. Kontaktiert

ein anderer Körper, zum Beispiel ein Testelement, diese Punkte (Kontaktpunkte), so folgt das Testelement aufgrund von Reibungskräften der Bewegungsrichtung der Kontaktpunkte zumindest zum Teil und wird entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem weiterbefördert. Der zu befördernde Körper kann auf diese Weise selbst  
5 direkt oder mittels eines zusätzlichen Bauteils der Transporteinheit indirekt befördert werden.

Im Sinne der Erfindung kann die Transporteinheit folglich als ein piezoelektrischer Motor verstanden werden, wobei der zu transportierende Körper, der die Kontaktfläche direkt kontaktiert, selbst einen Teil des Piezomotors darstellt. Liegt z. B. das Testelement  
10 folglich direkt auf der Kontaktfläche auf, so ist das Testelement Bestandteil des Motors und der piezoelektrischer Motor beinhaltet ein disposibles Element. Dies ist beispielhaft auch gegeben, wenn die Kontaktfläche der Transporteinheit mit einem Magazingehäuse direkt kontaktiert wird, welches ebenfalls als Einmalartikel im Analysesystem vorgesehen ist. Natürlich ist es auch denkbar, dass ein zusätzlichen Bauteil der Transporteinheit, z.  
15 B. ein Transportschlitten, wie bereits beschrieben, als nichtaustauschbare Einheit zur indirekten Kontaktierung des Testelementes oder eines Magazins vorgesehen ist und der piezoelektrischer Motor keine disposiblen Elemente beinhaltet.

Durch den Einsatz eines Piezoantriebes in einem Analysesystem kann die Transporteinheit klein und kompakt in das Analysesystem integriert werden. Die erfindungsgemäße Transporteinheit ermöglicht dabei vorteilhafterweise eine Integration des piezo-  
20 elektrischen Motors in oder nahe einem Magazingehäuse, ohne dass die Qualität der bevorrateten Testelemente z. B. durch Schmiermittelablagerungen beeinträchtigt wird. Ein kompakte Bauweise des Analysesystems bei der Testelemente und Motor räumlich nebeneinander angeordnet sind, kann erfindungsgemäß verwirklicht werden, da die  
25 Transporteinheit aufgrund ihres Piezomotors auf Schmiermittel verzichtet. Die zur Lagerung von Testelementen vorherrschenden konstanten und trockenen Bedingungen zeigen sich darüber hinaus zur Inbetriebnahme eines Piezomotor als besonders geeignet. Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass unter konstanten Umgebungsbedingungen definiert vorherrschende Reibungs- und Haftreibungskräfte wirken. Der Antrieb zeich-  
30 net sich weiterhin dadurch aus, dass bereits bei geringen Geschwindigkeiten hohe Kräfte bzw. Momente erzeugt werden.



Des weiteren werden schnelle Bewegungsänderungen im Analysesystem ermöglicht, wobei eine Bewegungsrichtung schnell und präzise geändert oder ein Stillstand des Testelementes bewirkt werden kann. Vorteilhafterweise erfolgt der Stillstand des mit der Kontaktfläche kontaktierten Elementes hierbei im wesentlichen spielfrei, wobei ein(e)  
5 maximale(s) Kraft (Moment) aufgrund von Haftreibungskräften beim Stillstand auf das Element wirkt. Durch eine Umkehr der Bewegungsrichtung ist ein flexibles Handling möglich, wobei der Aufbau der Transporteinheit bereits mit wenigen Bauteilen erfolgen kann.

Das generelle Prinzip eines piezoelektrischen Antriebes ist im Stand der Technik, z.B. in  
10 „Ultrasonic Motors – Theory and Application“ von S. Ueha und Y. Tomikawa; Oxford Science Publication, beschrieben und ist hinreichend bekannt. Im Folgenden wird das Prinzip zur Verdeutlichung kurz beispielhaft dargestellt.

Die Funktionsweise des Piezomotors wird am Beispiel eines Linearantriebes verdeutlicht, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgt. Beispielsweise besteht ein Linearantrieb aus einem Balken. Der Balken ist aus einem Material mit hoher Festigkeit und  
15 geringer inneren Dämpfung, vorzugsweise einem Metall gefertigt, und trägt an beiden Enden je eine piezoaktives Element. Wird nun das erste piezoaktive Element mit Wechselspannung beaufschlagt, sodass der Balken in Resonanzschwingung versetzt wird, so entsteht im Balken eine stehende Welle aus Längsschwingungen. Resultierend aus der  
20 Längsschwingungen des Balkens erfolgt eine Querkontraktion des Balkens an den Stellen, die gerade gedehnt werden sowie eine Querausdehnung an den gestauchten Stellen. Dies führt dazu, dass ein Punkt der Oberfläche des Balkens, der im Rahmen der Erfindung auch als Kontaktpunkt bezeichnet wird, aufgrund der Schwingungen eine kleine Bewegung quer und längs zur Balkenachse ausführt, wobei seine Trajektorie einer elliptischen Bahn folgt.  
25

Zum Transport eines Testelementes wird das Testelement im geschilderten Beispiel direkt auf die Kontaktfläche gedrückt. Bei einem Teststreifen für eine Blutzuckerbestimmung handelt es sich dabei in der Regel um ein flaches Gebilde, dass im Wesentlichen aus einer Trägerfolie aus Kunststoff besteht. Wird der Balken nun durch das  
30 piezoelektrische Element in Schwingung versetzten, besteht ein Kontakt der Trägerfolie mit den Kontaktpunkten auf der Oberfläche der Kontaktfläche. Die Trägerfolie und somit das Testelement folgt zunächst aufgrund der wirkenden Reibungskräfte zwischen

Trägerfolie und Kontaktfläche der Bewegung der Kontaktpunkte. Für einen kurzen Zeitraum, in dem sich die Bewegungsrichtung der „Kontaktpunkte“ entlang der Trajektorie umkehrt, verliert jedoch das Testelement aufgrund seiner Massenträgheit den Kontakt zur Kontaktfläche und behält seinen Bewegungszustand bei, bevor es erneut aufgrund  
5 der wirkenden Kräfte weitertransportiert wird. Das Testelement vollführt daher trotz der intermittierend wirkenden Kräfte eine gleichförmige Bewegung aus. Wird die Schwingungsfrequenz und –amplitude entsprechend auf die Beschaffenheit des zu transportierenden Elementes eingestellt, wird das Testelement entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung transportiert. Eine Transport des Testelementes erfolgt dabei so lange bis  
10 die Schwingung des Balkens gestoppt wird oder der Kontakt zwischen Kontaktfläche und Trägerfolie dauerhaft unterbrochen wird. Wird die Schwingung des Balkens gestoppt, wird aus dem dynamischen Kontakt zwischen Testelement und Kontaktfläche ein statischer Kontakt, der die vom Testelement eingenommene Position mit der statisch wirkenden Haftreibungskraft festhält. Während des Transportvorganges betragen  
15 folglich die wirkenden Reibungskräfte einen Bruchteil der Haftreibungskraft, die beim Stillstand der Transporteinheit zwischen Testelement und Kontaktfläche wirkt.

Die Kontaktfläche des Balkens und die Tragfolie des Testelementes sind in einer bevorzugten Ausführungsform dabei so ausgebildet, dass bei dauerhaftem Kontakt des Testelementes mit der Kontaktfläche des Balkens das wirkende Haftreibungsmoment hinreichend groß ist, um eine sichere Positionierung des Testelementes an einen Ort im  
20 Analysesystem zu erzielen. Vorteilhafterweise beträgt das Haftreibungsmoment ca. dem 1,5-fachen Wert des Antriebsmoments des Piezomotors, sodass ein Verrutschen des Testelementes verhindert wird, sobald sich die Transporteinheit z. B. während des Messvorgangs in Ruhezustand befindet.

25 Wird das zweite piezoaktive Element ebenfalls mit Spannung gespeist, kann der Balken nur noch entlang des Bereiches, der von den piezoelektrischen Elementen eingeschlossen wird, eine Schwingung ausführen, sodass die Länge der stehenden Welle und folglich die Resonanzfrequenz des Balkens verändert wird.

In Abhängigkeit davon, ob die piezokeramischen Stapel in Gleich- oder Gegentakt  
30 bestromt werden, wird dabei eine rechtsdrehende bzw. linksdrehende Trajektorie durch die Kontaktpunkte ausgeführt, wobei wiederum in Abhängigkeit von der Drehrichtung

der Trajektorie das Testelement entlang einer positiven oder negativen Bewegungsrichtung transportiert wird. Vorteilhafterweise beinhaltet das Analysesystem piezoelektrische Elemente, die unabhängig voneinander elektronisch angesteuert werden können, sodass durch eine Ansteuerung der piezoelektrischen Elemente in gleich- oder gegenläufigem Takt die Förderrichtung entlang einer Raumachse umgekehrt werden kann.

Des weiteren besteht die Möglichkeit, eine Linearbewegung eines zu transportierenden Elementes durch eine stehende Biegewelle zu erzielen - wie nachfolgend noch näher erläutert. Dabei kann mittels aufgesetzter kurzer Stößel auf einen Balken eine intermittierende Antriebskraft erzeugt werden. Eine Umlenkung der Bewegungsrichtung erfolgt durch einen Wechsel zwischen verschiedener Resonanzfrequenz.

Eine flexible Änderung der Förderrichtung ist besonders bei solchen Analysesystemen von Vorteil, die in Folge eines automatisierten Messverfahrens komplexe Bewegungsabläufe umsetzen. Beispielhaft sind hier - wie bereits beschrieben - Leerwertmessungen, bei denen der Teststreifen mehrfach zur Messtechnik hin- und wegtransportiert wird, Rekassettierung, Magazintransport etc. genannt.

Aufgrund der Möglichkeit, die Förderrichtung des Testelementes umzukehren, sind vielfältige Anwendungen des erfindungsgemäßen Systems denkbar. In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Testelement vor und/oder nach einer Probenaufgabe zur Detektionseinheit transportiert und relativ zur Detektionseinheit positioniert werden, sowie das Testelement nach einer Messung zu der Ausgangsposition zurück transportiert werden kann. Ebenfalls kann vorzugsweise ein Testelement nach einer Probenanalyse mittels der Transporteinheit in ein Magazin zurücktransportiert werden, sodass eine Remagazinierung erfolgt. Weiterhin ist es auch denkbar, dass eine weitere Transporteinheit nach der Vermessung eines Testelementes dieses zu einer zweiten Messposition transportiert, sodass anhand des Teststreifens innerhalb eines Analysesystems mehrere Messungen erfolgen. Generell ist die Anzahl weiterer Transporteinheiten in einem Analysesystem nicht beschränkt. Hierbei können die Transporteinheiten sowohl das Testelement für eine erneute Messung relativ zu einer anderen Messtechnik positionieren als auch wie bereits beschrieben zur Remagazinierung, Auswurf des Teststreifens, Weitertaktung eines Magazinehäuses oder Teststreifenbandes etc., dienen.

Wird die erfindungsgemäße Transporteinheit z. B. für den direkten Transport von Testelementen verwendet, wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform das piezoelektrische Element mit einem Detektor kontaktiert, der eine Steuerung des piezoelektrischen

Elementes ermöglicht. Hierbei wird das Testelement an mindestens einem Ort im Analysesystem vom Detektor erfasst, sodass ein Signal zur Steuerung des piezoelektrischen Motors generiert werden kann. Vorteilhafterweise ist es dabei denkbar, dass die Stromversorgung der piezoelektrischen Elemente unterbrochen wird, sobald das Testelement an einem Ort im Analysesystem erfasst werden kann. Der Transport des Testelementes wird somit direkt nach Erfassung des Testelementes oder z. B. nach einem definierten Zeitintervall gestoppt. Eine Positionierung des Testelementes an einem definierten Ort kann somit einfach verwirklicht werden. Prinzipiell kann ein Detektor natürlich auch bei einem indirekten Transport eines Testelementes, z. B. innerhalb eines Magazins, verwendet werden, wobei z. B. die Position des Magazins vom Detektor erfasst wird. Bei der Detektion eines Magazins oder Testelementes an einen Ort im Analysesystem ist es dabei ohne Bedeutung, ob zwischen Kontaktfläche und Magazin-  
gehäuse bzw. Testelement ein direkter oder indirekter Kontakt vorliegt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Transportstrecke des Testelementes im Analysesystem entlang einer Detektionsstelle der Detektionseinheit angeordnet. Eine Positionierung eines Testelementes an dieser Detektionsstelle ermöglicht im Sinne der Erfindung eine Auswertung des Testelementes vorteilhafterweise in einem Auswertungsbereich des Testelementes, sodass ein Analyt einer Probe bestimmt werden kann. Beispielsweise wird in einem optischen System zur Probenanalyse die vom Testelement reflektierte oder transmittierte Strahlung erfasst. Prinzipiell ist das erfindungsgemäße System jedoch auf kein spezifisches Analyseverfahren beschränkt, sodass z. B. elektrochemische Messungen etc. ebenfalls möglich sind. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Testelement von einem Detektor der Detektionseinheit direkt detektiert und anschließend an der Detektionsstelle positioniert, sodass eine exakte Positionierung relativ zur Detektionseinheit gegeben ist. Durch die Detektionseinheit des Analysesystem wird somit zunächst eine Erfassung des Testelementes sowie anschließend eine Detektion eines analytspezifischen Signals des Auswertebereiches geleistet. Wird darüber hinaus insbesondere der Auswertungsbereich des Testelementes erfasst, wird hierdurch eine exakte Positionierung des Auswertungsbereiches relativ zur Detektionsstelle möglich, sodass eine vollständige Detektion des Auswertungsbereiches zwingend sicher gestellt wird. Neben einer exakten Positionierung relativ zur Detektionseinheit erlaubt eine derartige vorteilhafte Ausführungsform einen einfachen Systemaufbau, da auf einen zusätzlichen Detektor zur Detektion des Testelementes verzichtet werden kann. Eine der wesentlichen Vorteile der erfindungsgemäßen Ausführungsform sind dabei, dass sowohl

Reagenzträger als auch wesentliche Gerätekomponenten mit einer größeren Toleranz hergestellt werden können, so dass deutliche Kosteneinsparungen bei der Produktion insbesondere bei Einmalartikel erzielt werden können.

5      Zusätzlich zu einer Detektion des Testelementes an einem Ort im Analysesystem ist es weiterhin denkbar, dass eine Halterung im Analysesystem den Transportvorgang des Testelementes stoppt. Eine derartige Haltevorrichtung kann zum Beispiel durch eine einfache mechanische Barriere in Form eines Anschlages verwirklicht werden. Weiterhin ist es auch denkbar, dass der Transportvorgang nach einer vorbestimmten Zeit gestoppt wird. Hierbei wird aufgrund der piezoelektrischen Transporteinheit eine exakte Berechnung der Transportstrecke pro Zeit erleichtert, so dass nach einer definierten Betriebszeit der Transporteinheit ebenfalls eine exakte Positionierung des Testelements möglich ist.

10      Eine Aktivierung der Transporteinheit kann beispielsweise durch ein Kontaktelement verwirklicht werden, dass bei Kontakt des Testelementes mit der Kontaktfläche der Transporteinheit die Transporteinheit aktiviert. Es sind natürlich auch jegliche anderen  
15      Aktivierungsmechanismen denkbar, wie zum Beispiel ein separates Einschalten der Transporteinheit mittels eines Bedienungsknopfes.

20      Weiterhin beinhaltet die Erfindung ein Verfahren zum Transport eines Testelementes in einem Analysesystem. Hierbei wird der Träger eines Testelementes mit einer Kontaktfläche, einer Transporteinheit in einem Analysesystem in Kontakt gebracht. Mittels eines piezoelektrischen Elementes der Transporteinheit wird die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt. Ist eine Kontaktierung des Trägers des Testelementes mit der Kontaktfläche erfolgt, wird das Testelement entlang einer vorbestimmten Transportstrecke im Analysesystem transportiert. An einem vorbestimmten Ort, an dem  
25      das Testelement positioniert werden soll, wird der Transportvorgang des Testelementes gestoppt, so dass eine Positionierung des Testelementes erfolgt.

Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich wie bereits beschrieben.

Beispielhaft werden nachfolgend einige Figuren zur Veranschaulichung der Erfindung beschrieben.

Figur 1: Balkenförmiges Antriebselement mit zwei piezoelektrischen Elementen

30      Figur 2: Röhrenförmiges piezoelektrisches Antriebselement

Figur 3: Piezoaktives Element mit Abtriebsstößel

Figur 4: Analysesystem mit piezoelektrischem Motor und Testelementen

Figur 5: Trommelförmiges Teststreifenmagazin mit Piezomotor

Figur 1 zeigt wesentliche Bestandteile einer Transporteinheit (1). Die Transporteinheit  
5 beinhaltet einen Balken aus Messing (4), an dessen Ende jeweils ein Stapel aus Piezo-  
keramikplatten (2) angebracht ist. Die jeweiligen Piezokeramikplatten verfügen über  
einen separaten elektrischen Anschluss (3). Weiterhin sind die Keramikplatten in der  
Weise am jeweiligen Ende des Balkens (4) angeordnet, dass sich bei Beaufschlagung  
10 einer Wechselspannung an einem der beiden Piezo-Stapel eine stehende Welle aus einer  
Längsschwingung im Balken bildet, wobei die Bereiche (4a) des Balkens, die jenseits des  
Piezo-Stapel liegen, so lang gewählt werden, dass die Piezostapel im zu erzielenden  
Wellenbauch der stehenden Welle liegen. Aufgrund der mit der Längsschwingung ver-  
bundene Querkontraktion des Balkens führt ein Punkt auf der Oberfläche des Balkens  
15 einer elliptischen Bahn einer Trajektorie aus. Wird der zweite Piezostapel nun ebenfalls  
bestromt, so kann sich die Welle des Balkens nicht mehr über den zweiten Piezostapel  
hinaus erstrecken in den Bereich 4a. Durch die Bestromung des zweiten Piezostapels  
verhält sich der Balken nunmehr so, als ob eine effektive Einspannung des Balkens im  
Analysesystem an den Piezokeramikplatten erfolgt. Werden die beiden Piezostapel im  
20 Gleichtakt mit Spannung gespeist, so bilden Punkte auf der Oberfläche des Balkens, eine  
linksdrehende Trajektorie. Wird der zweite Piezostapel hingegen im Gegentakt  
bestromt, so wird die sich ausbildende stehende Welle um eine halbe Wellenlänge ver-  
schoben. Ein Punkt auf der Oberfläche, der zuvor eine linksdrehende Trajektorie ausge-  
bildet hat, bildet nun eine rechtsdrehende Trajektorie, wodurch sich die Förderrichtung  
eines durch die Reibung an den Punkt beförderten Testelement umkehrt. Es ist folglich  
25 möglich, durch eine separate Stromversorgung der Piezoelemente sowie durch eine  
geeignete Wahl der Bestromung, die Förderrichtung entlang des Balkens (4) zu verän-  
dern. Ein Analysesystem kann somit beispielhaft ein Testelement von einer Auflage-  
fläche zu der Messtechnik hintransportieren und nach der Messung den Transport-  
vorgang umkehren, so dass das Testelement wieder an einer für den Benutzer leicht  
30 zugänglichen Stelle entnehmbar ist.

Figur 2 (a-c) zeigt einen zylindrischen Stab aus Piezokeramik (4), der mit vier Elektro-  
den (2) belegt ist. Die Elektroden umfassen jeweils ca.  $\frac{1}{4}$  des Umfangs des zylindrischen  
Stabs und erstrecken sich über die ganze Länge des Stabes. Die Elektroden werden über

die Anschlüsse (3) elektrisch kontaktiert. Bei einer elektrischen Kontaktierung - wie in Figur 2a dargestellt - ergibt sich eine Polarisierung der Keramik, die anhand der gestrichelten Pfeile verdeutlicht wird. Werden jeweils zwei gegenüberliegende Elektroden mit Wechselspannung beaufschlagt, so führt der Stab eine Biegeschwingung aus (s. Abbildung 2c).

Während die beiden anderen Elektroden mit um  $90^\circ$  phasenversetzter Wechselspannung gleicher Frequenz gespeist, so vollführt der Stab eine umlaufende Biegeschwingung, die an der Oberfläche des Stabes im Bereich des Schwingungsbauches zu einer elliptischen Trajektorie eines Oberflächenpunktes führt.

Ein Gegenstand der an diesem Punkt des Stabes angepresst wird, wird wie bereits beschrieben, aufgrund der wirkenden Reibungskräfte mitgenommen. Die Veränderungen des Phasenversatzes zwischen den Spannungen von  $+90$  auf  $-90^\circ$  wird die Förderrichtung umgekehrt.

Figur 3 a zeigt eine Transporteinheit (1) mit Abtriebsstößel. Das piezoaktive Element (2) ist mit einem Balken (4) kontaktiert. Auf dem Balken (4) sind Stößel (7) positioniert, die eine verbesserte Transporteigenschaft der Transporteinheit bewirken. Wird der Balken (4) durch das piezoaktive Element in Schwingung versetzt, führt der Balken eine Biegeschwingung aus und eine Biegestehwelle (8), wie sie in Fig. 3 b dargestellt ist, wird im Balken angeregt. Wie bereits beschrieben, bewirkt die Schwingung (9) des Balkens (4), dass Kontaktpunkte der Oberfläche eine elliptische Bewegung ausführen. Befinden sich an den Kontaktpunkten der Oberfläche Abtriebsstößel (7), wird in Abhängigkeit von der Länge der Abtriebsstößel (7) eine Vergrößerung der Bahnkurve der Kontaktpunkte, die sich nun auf der Oberfläche des Antriebsstößels befinden, bedingt. Aufgrund der vergrößerten Trajektorie der Kontaktpunkte wird ein verbesserter Transport eines zu transportierenden Elementes (10), das auf den Abtriebsstößeln aufliegt, ermöglicht. Beispielsweise kann eine derartige Transporteinheit Kräfte im Bereich von 5 Newton und eine Geschwindigkeit von 80 mm/s bei einer Resonanzfrequenz von 22,31 kHz leisten. Ein Wechsel der Bewegungsrichtung erfolgt hierbei durch Beaufschlagung einer geänderten Resonanzfrequenz.

Figur 4 zeigt ein Analysesystem mit einer Transporteinheit, bei der ein Teststreifen direkt von piezoelektrischen Elementen angetrieben wird.

Hierfür wird zunächst ein Teststreifen (15) aus einem Magazin (11) mittels eines Stößels (12) entlang der Bewegungsrichtung (14) hinausgeschoben, bis der Teststreifen (15) die

Transporteinheit kontaktiert. Die Transporteinheit ist im Wesentlichen analog zu der Transporteinheit in Fig. 3a ausgebildet und verfügt über zwei Balken(4), die mit Abtriebsstößel (7) ausgestattet sind. Die Balken (4) sind mit piezoaktiven Elementen (2) verbunden und werden durch diese in Schwingung versetzt, sobald die Transporteinheit aktiviert wird. Die Balken (4) bzw. die piezoaktiven Elemente (2) werden durch Federelementen (16) gegeneinander gespannt und positioniert. Kommt der Teststreifen (15) mit der Transporteinheit (1) in Kontakt, wird der Streifen von den Abtriebsstößeln (7) erfasst. Angeregt durch die Piezoelemente (2) auf den Außenseiten der Balken (4) geraten die Abtriebsstößel so in Schwingung, dass Kontaktpunkte auf der Oberfläche der Abtriebsstößeln eine elliptische Bewegungen ausführen, wodurch das Testelement (15) entlang der Transportstrecke bewegt wird. Prinzipiell kann der Transport des Streifen an beliebigen Stellen im Analysesystem gestoppt werden. Im dargestellten Beispiel wird zur Steuerung der Transporteinheit ein Testbezirk (15a) der Testelementes (15) an einem Ort im Analysesystem erfasst und die Transporteinheit gestoppt, sobald eine Detektion des Testbezirk (15a) erfolgt ist. Zur Detektion des Testbezirk (15a) wird eine Detektionseinrichtung (17) verwendet, die ebenfalls zur optischen Analyse des Testbezirks (15a) dient. Wird der Transport des Teststreifen nach der Detektion des Testbezirks (15a) unmittelbar gestoppt, wird somit gewährleistet, dass der Testbezirk (15a) relativ zur Detektionseinrichtung (17) richtig positioniert vorliegt. Fehler bei der Analyse einer Probe im Testbezirk, die aufgrund einer fehlerhaften Positionierung des Streifen verursacht werden, können somit vermieden werden. Die Detektionseinrichtung (17) verfügt im Wesentlichen über eine Lichtquelle (18) zur Bestrahlung des Testbezirks und einen Sensor (19), der die vom Testbezirk reflektierte Strahlung detektiert. Wird der Transport des Testelementes gestoppt, gewährleisten neben der wirkenden Haftreibungskraft zwischen Kontaktfläche der Antriebseinheit und dem Teststreifen die Federelemente (16) eine exakte Positionierung des Streifens am Zielort. Wird die Frequenz, die an den piezoaktiven Elementen (2) anliegt, geändert, kann die Förderrichtung des Testelementes umgekehrt werden, sodass ein rückwärtiger Transport des Streifen erfolgt. Eine Rekassettierung des Teststreifens in das Magazin (11) ist hierdurch realisierbar.

Neben der Beförderung eines streifenförmigen Testelementes ist es weiterhin auch denkbar, dass Streifenkassetten, die zur Magazinierung von Teststreifen dienen, selbst durch die Transporteinheit bewegt werden. Beispielhaft kann eine zylindrische Teststreifenkassette aufgrund des Antriebes eine Rotation ausführen, sodass sukzessive Teststreifen



aus der Kassette entnommen werden können und ein Weitertakten eines Teststreifenmagazins verwirklicht werden kann. Dabei erweist es sich als vorteilhaft, das Magazin nicht direkt mit der Kontaktfläche der Transporteinheit zu kontaktieren, da das Magazingehäuse häufig aufgrund von Handhabungsschritten Verunreinigungen, wie z. B.

- 5 Fette, aufweist. Bedingt durch derartige Verunreinigungen können Reibungsmomente zwischen Kontaktfläche und Gehäuse so stark verändern werden, dass die Funktionstüchtigkeit des Piezomotors beeinträchtigt wird. Es erweist sich deshalb als vorteilhaft, das Magazingehäuse mittels eines zusätzlichen Gerätebauteils anzutreiben, das im Piezomotor die Funktion eines Transportschlittens erfüllt.

- 10 Wird ein Teststreifen anstelle eines Magazingehäuses direkt transportiert, kann häufig auf einen zusätzlichen Transportschlitten verzichtet werden, da das Testelement aufgrund von Herstellungsprozessen staub- und fettfrei aus einer Kassette entnommen werden kann. Wird kein automatisches Handling der Testelemente vom Analysesystem geleistet, sodass der Benutzer das Testelement händig in das Gerät einführen muss, kann  
15 sich auch hier u. U. die Verwendung eines Transportschlittens als vorteilhaft erweisen.

Figur 5 zeigt einen Antrieb für ein trommelförmiges Teststreifenmagazin, wie es im Stand der Technik bekannt ist, und von der Firma Roche im Analysesystem AkkuChek® Compact eingesetzt wird. Das Magazin (11) verfügt über eine Mehrzahl von Testelementen (nicht gezeigt), die in einzelnen Kammern des Magazins gelagert werden. Um  
20 die Qualität der Testelemente nicht zu beeinträchtigen ist das Magazin mit einer Folie an den Trommelenden versiegelt. Des weiteren verfügt das Magazin in seinem oberen Bereich über eine zusätzliche Trommel (21), die das Magazin am oberen Ende ausschließlich oder zusätzlich zu einer Folie verschließt. Um eine kompakte Bauweise des Analysegerätes zu erzielen ist der Piezomotor zum Weitertakten des Magazins in die  
25 Trommel (21) integriert. Die Trommel und somit das Magazin wird mittig auf einer Achse (25) im Analysesystem gelagert und positioniert. Im Trommelinneren ist ein Ring (2) aus piezoelektrischen Material positioniert, der mit Lamellen (23) verbunden ist, die die Kontaktfläche der Transporteinheit ausbilden. Durch Eigenelastizität der Lamellen (23) sind die Lamellen vorgespannt, sodass ein Kontakt der Transportfläche zur Innenseite (21a) der Trommel (21) sicher gestellt werden kann. Die Lamellen (23) sind dabei  
30 so gebogen, dass die Lamellen halbtangential in eine Drehrichtung weisen. Wird der piezoelektrische Ring (2) mit Wechsellspannung beaufschlagt, werden die Lamellen in Schwingung versetzt. Wird die Frequenz entsprechend der Resonanzfrequenz der Lamellen ausgewählt, bilden Kontaktpunkte auf der Oberfläche der Lamellen, die mit

der Trommelinnenseite (21a) kontaktiert sind, eine elliptische Trajektorie aus. Entsprechend dem bereits allgemein dargestellten Prinzip findet hierdurch ein Trommeltransport statt, sodass das Magazingehäuse um seine Achse (25) gedreht wird. Im Trommelinneren sind weiterhin Haltestrukturen (24) positioniert, sodass die Lamellen (23) und der Piezoring (2) selbst gegen Drehung gesichert sind. Zum Austreiben der Testelemente aus der Trommel ist eine Schubstange (12) vorhanden, die ein Außengewinde trägt. Auf diese Gewinde aufgeschraubt sitzt ein Rotor (27), der von einem weiteren Piezomotor (28) angetrieben wird. Der Piezomotor (28) ist rohrförmig ausgebildet und ist im Rohrinne mit einer Masseelektrode kontaktiert. An der Rohraußenwand des Piezomotors (28) sind drei Arbeitselektroden angebracht (nicht gezeigt). Werden die Elektroden mit drei Phasen Wechselspannung beaufschlagt, wird hierdurch eine Dehnungsschwingung induziert, die an den Stirnflächen (Kontaktfläche) des rohrförmigen Motors eine umlaufende Wellenbewegung erzeugt, durch die der Rotor (27) mitgenommen wird. Dabei wird die Schubstange (12) vorwärts geschraubt, sodass sie durch das Loch (29) im Trommelboden in das Magazin eindringen kann. Bei Phasenumkehr der Wechselspannung kehrt sich die Drehrichtung um und die Schubstange wird zurückgezogen.

Figur 6a und b zeigt ein Analysegerät, in dem eine Vielzahl von Testelementen auf einen Teststreifenband angeordnet sind. Eine Magazinierung der Testelemente erfolgt hierbei durch eine Spule, auf der das Teststreifenband aufgewickelt vorliegt. Nach dem Gebrauch eines Testelementes wird der benutzte Teil des Bandes auf einer weiteren Spule aufgerollt, gemäß dem im Stand der Technik bekannten Prinzip, wie es z.B. bei Tonbandkassetten Anwendung findet. Eine Remagazinierung von bereits gebrauchten Testelementen kann somit verwirklicht werden. Analysegeräte, die Testelemente, wie beschrieben, verwenden, sind z.B. in den Dokumenten WO US 02/18159 und EP 02 026 242.4 beschrieben.

In dem Kassettengehäuse (31) werden die Spulen (32 und 33) des Testbandes auf einem Wickelkernen gelagert. Der Kern für die Abfallspule (33) hat eine Mitnehmerstruktur, in die der Mitnehmer (34) seitens des Gerätes eingreift. Die Unterseite des Mitnehmers (34) ist als hohle Trommel (21) ausgebildet, in der ein Piezomotor, bestehend aus einem Piezoring (2) und Lamellen (23), eingespannt ist. Die Lamellen (23) sind in einer Drehrichtung verbogen, so dass eine Federklemmung in der Trommel gewährleistet wird. Wird der Piezoring (2) mit Wechselspannung beaufschlagt, so werden die Lamellen (23) in Schwingungen versetzt, analog dem Prinzip, wie es bereits in Figur 5 Anwendung

findet. Auf diese Weise wird eine Rotation des Mitnehmers (34) bewirkt, wobei sich die Abfallspule (33) im Uhrzeigersinn dreht. Um eine Drehung des Piezomotors selbst zu vermeiden sind ebenfalls Haltestrukturen (24) vorgesehen.

Zur Beförderung der Testelemente im Analysesystem bewirkt nun der Piezomotor eine

- 5 Drehbewegung des Mitnehmers, sodass die Abfallspule (33) und hierdurch bedingt die Bandspule (38) rotiert und das Teststreifenband (32) um einen definierten Betrag auf die Spule (33) aufgewickelt wird. Hierbei erfolgt der Teststreifentransport, in der Weise, dass ein Testfeld auf dem Teststreifenband oberhalb einer im Gerät befindlichen Optik (37) positioniert wird. Eine exakte Positionierung des Testfeldes relativ zur Optik wird
- 10 dabei, wie bereits beschrieben, durch eine wirkende Haftreibungskraft zwischen

Lamellen und Mitnehmer gewährleistet. Zusätzlich sorgen Umlenkrollen (35) und eine passive Bremse der Bandspule (38) (nicht dargestellt) für eine sichere und feste Führung des Bandes. Wird eine Probe (39) auf das so positionierte Testfeld aufgegeben, kann eine optische Bestimmung mittels der Optik (37) eines Analyten in der Probe erfolgen.

- 15 Anschließend wird das benutzte Testfeld durch einen Weitertransport des Bandes auf die Abfallspule aufgewickelt und somit remagaziniert. Ein komfortables Abfallhandling von gebrauchten Testelementen wird auf diese Weise verwirklicht.

Des weiteren ist eine kompakte Bauweise eines Analysesystems möglich, da der Piezomotor in unmittelbarer Nähe zu den Testelementen angeordnet ist.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Analysesystem zur Bestimmung eines Analyten in einer Probe, beinhaltend
  - eine Detektionseinheit zur Detektion mindestens eines Signals, das durch einen Analyten in einer Probe verändert wurde, sowie
  - eine Auswertungseinheit zur Bestimmung mindestens eines Analyten in der Probe auf Basis des mindestens einen Signals, und
  - eine Transporteinheit mit einer Kontaktfläche, wobei
  - die Kontaktfläche zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Analysesystems mit einem Testelement, auf dem eine Probe aufgebracht werden kann, geeignet ist und
  - die Transporteinheit mindestens ein piezoelektrisches Element beinhaltet, das die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt, wobei
  - ein Testelement entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem transportiert wird, sobald die Kontaktfläche der Transporteinheit mit einem Testelement direkt oder indirekt kontaktiert wird und durch das mindestens eine piezoelektrische Element die Kontaktfläche in Schwingung versetzt ist.
2. Analysesystem gemäß Anspruch 1,  
das zur Analyse eines Testelementes verwendet wird, wobei das Testelement einen Träger und einen Auswertebereich, auf dem eine Probe aufgebracht wird, beinhaltet.
3. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
bei dem das Testelement in einem Magazingehäuse vorliegt.
4. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die Transportstrecke entlang einer Detektionsstelle im Analysesystem angeordnet ist.
5. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
mit mindestens zwei piezoelektrischen Elementen, die unabhängig voneinander elektronisch angesteuert werden.

6. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
bei dem das piezoelektrische Element mit einem Detektor kontaktiert ist, und der  
Detektor zur Steuerung des mindestens eine piezoelektrischen Elementes dient.
- 5 7. Analysesystem gemäß Anspruch 6,  
bei dem der Detektor Bestandteil der Detektionseinheit ist.
8. Analysesystem gemäß Anspruch 6 oder 7,  
bei dem der Detektor den Auswertebereich eines Testelementes erfasst.
- 10 9. Analysesystem gemäß Anspruch 2,  
bei dem die Kontaktfläche der Transporteinheit und der Träger des Testelementes so  
beschaffen sind, dass im Ruhezustand der Transporteinheit Haftreibungskräfte  
zwischen Kontaktfläche und Träger in dem Maße wirken, dass das Testelement  
15 relativ zur Transporteinheit ortsfest positioniert wird.
10. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die Transporteinheit ein Kontaktsensor beinhaltet, der durch einem  
Kontakt eines Testelementes mit der Kontaktfläche der Transporteinheit die  
20 Transporteinheit aktiviert.
11. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die Transporteinheit die Rotation eines Mitnehmers bewirkt, der zur  
Lagerung und Positionierung einer Spule geeignet ist.
- 25 12. Analysesystem gemäß Anspruch 11,  
das zur Verwendung eines auf einer Spule aufgewickelten Teststreifenbandes  
geeignet ist.
- 30 13. Verfahren zum Transport eines Testelementes in einem Analysesystem, beinhaltend
- Kontaktieren eines Testelementes direkt oder indirekt mit einer Kontaktfläche  
einer Transporteinheit in einem Analysesystem,  
davor oder anschließend
  - Aktivierung eines piezoelektrischen Elementes der Transporteinheit, so dass die  
35 Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt wird,

- Transport des Testelementes aufgrund der in Schwingung versetzten Kontaktfläche entlang einer vorbestimmten Transportstrecke im Analysesystem,
- Stoppen des Transportvorganges des Testelements, so dass das Testelement an einem vorbestimmten Ort im Analysesystem positioniert wird.

5

14. Verfahren gemäß Anspruch 13,  
bei dem das Testelement relativ zu einer Detektionsstelle einer Detektionseinheit positioniert wird.

10

15. Verfahren gemäß Anspruch 13,  
bei dem das Testelement in einem Magazin remagaziniert wird.

16. Verfahren gemäß Anspruch 13,  
bei dem ein Analysesystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 verwendet wird.

15

17. Analysesystem gemäß Anspruch 1,  
bei dem ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15 verwendet wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Analysesystemen, bei denen eine Probenanalyse mittels Testelemente erfolgt. Erfindungsgemäß beinhaltet das Analysesystem  
5 eine Transporteinheit, die mittels piezoaktiver Elemente angetrieben wird. Die Transporteinheit ermöglicht einen direkten oder indirekten Transport der Testelemente, sodass Analyseverfahren ganz oder teilweise automatisiert werden können.

Fig 1

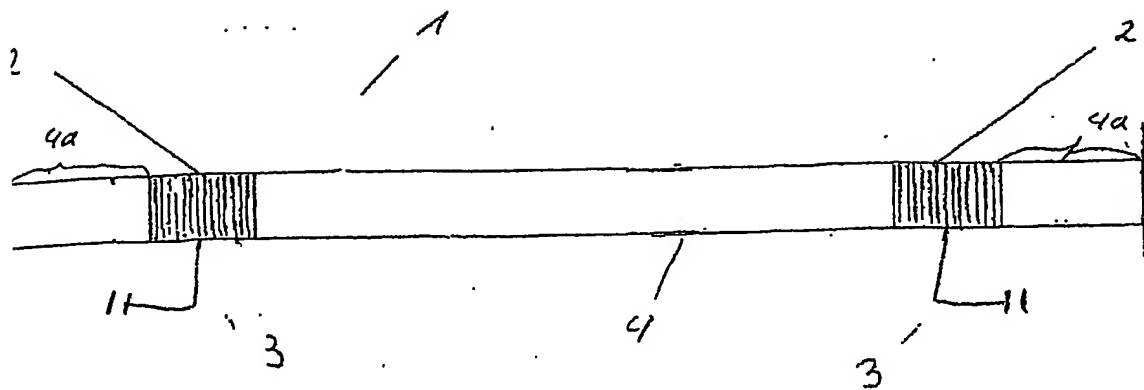
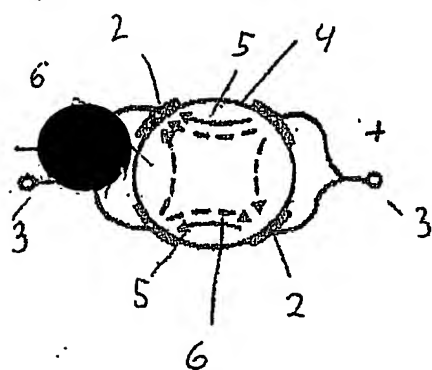
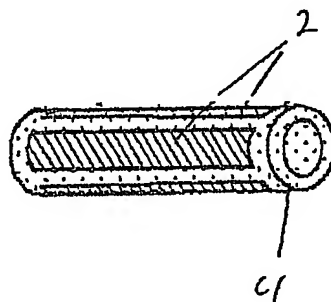


Fig 2



b)



c)

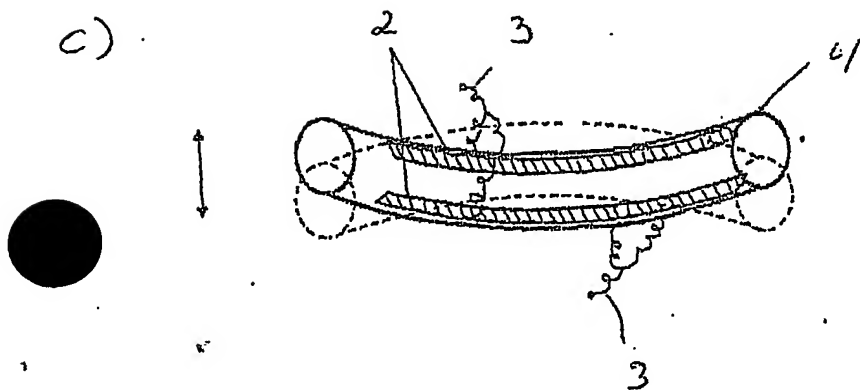




Fig. 3

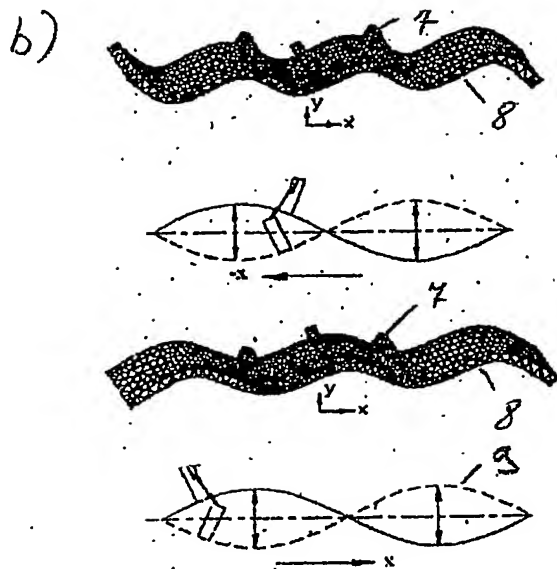
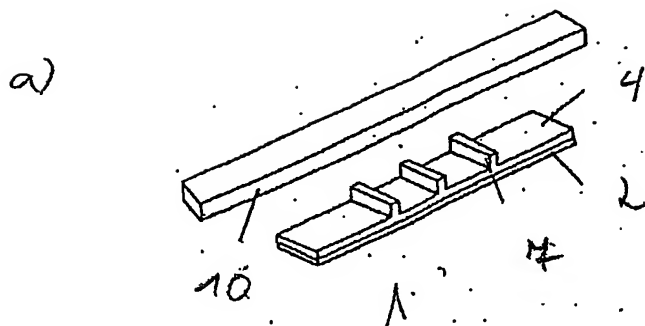


Fig. 6

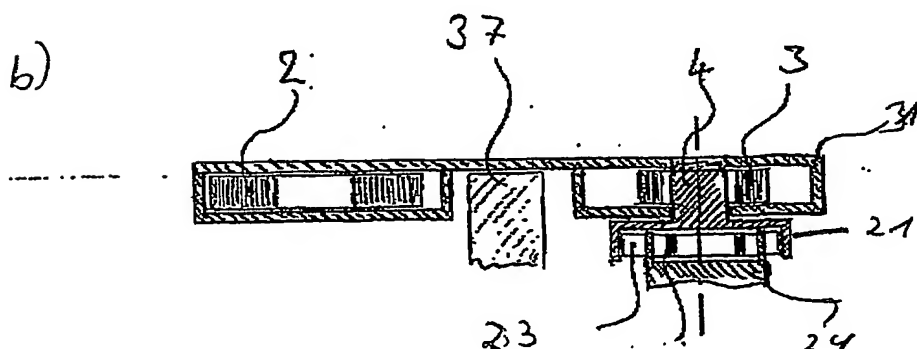
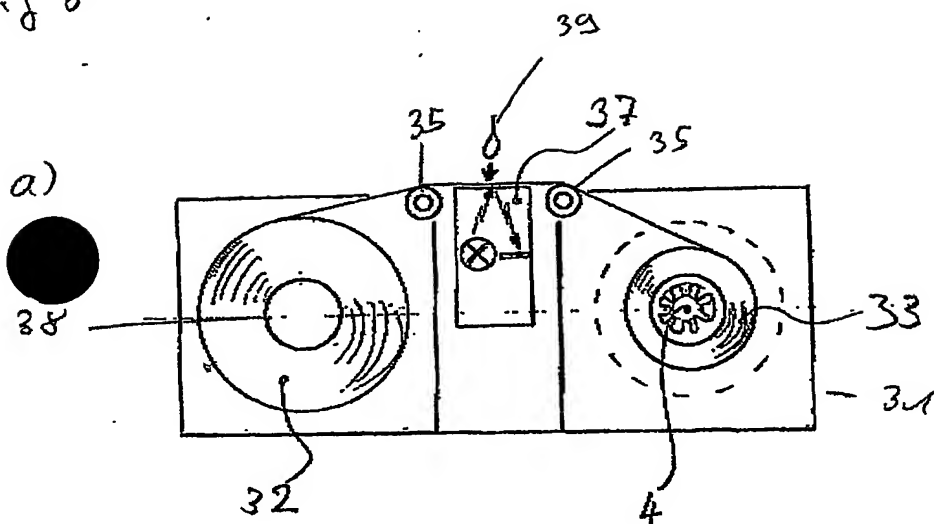


Fig 4

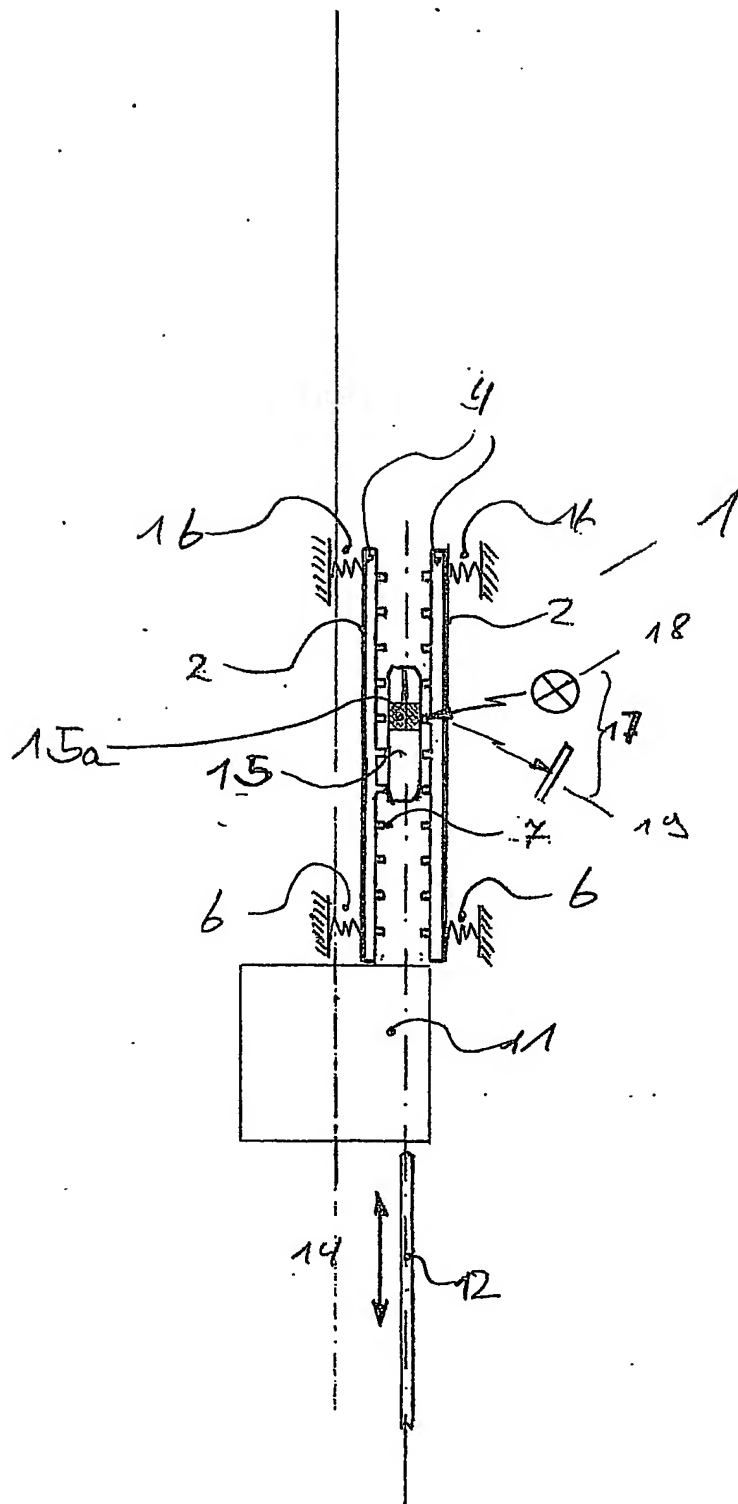
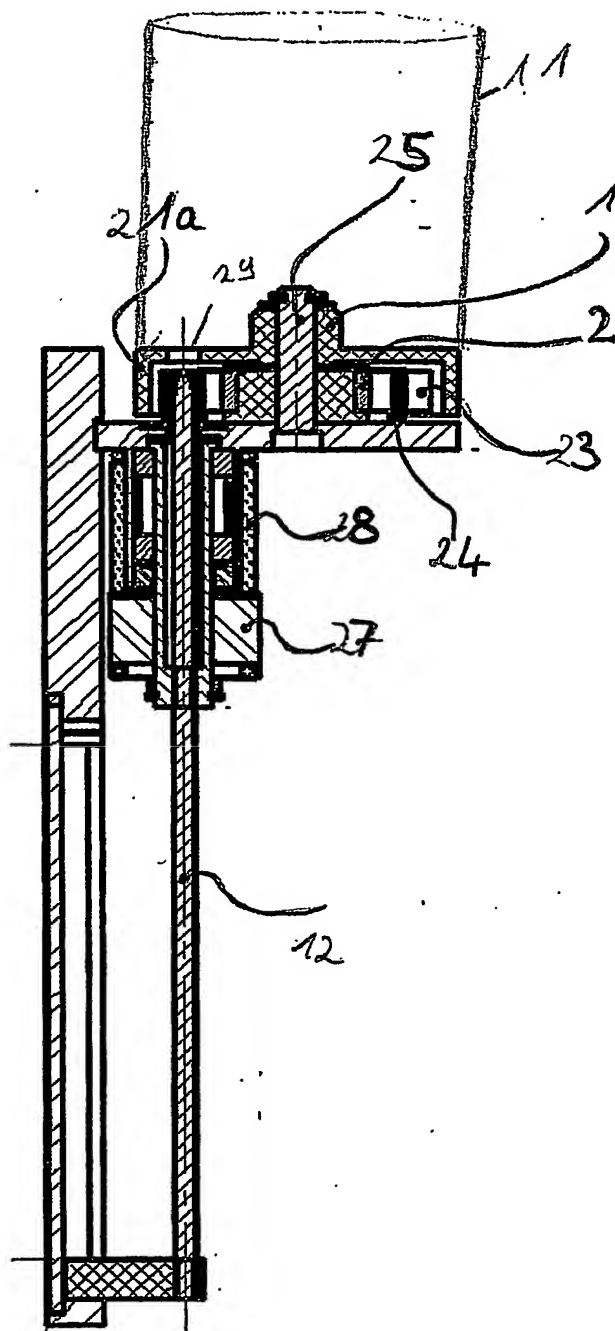


Fig 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**